

ヘテロ接合太陽電池における狭ギャップベース層の EL 強度と 広ギャップエミッタ層不純物濃度の相関

Relation between EL Intensity of Narrow-gap Base Layer and Doping Concentration of Wide-gap Emitter Layer in Heterojunction Solar Cells

宇宙航空研究開発機構¹, 東大工², 東大先端研³, 東大物性研⁴, OPERANDO-OIL⁵

○中村 徹哉¹, 今泉 充¹, ヤンワチラークン ワラーコン², 杉山 正和³, 秋山 英文^{4,5}, 岡田 至崇³

JAXA¹, Univ. of Tokyo², RCAST³, ISSP⁴, OPERANDO-OIL⁵

○T. Nakamura¹, M. Imaizumi¹, W. Yanwachirakul², M. Sugiyama³, H. Akiyama^{4,5}, Y. Okada³

E-mail: nakamura.tetsuya@jaxa.jp

太陽電池の変換効率を理論値に近づけるためには、特に空乏領域における Shockley-Read-Hall 再結合レート (U_{SRH}^{dep}) の抑制が重要である[1]。 U_{SRH}^{dep} は真性キャリア密度に比例するため、ヘテロ接合構造であれば、2つの材料の真性キャリア密度の違いを利用することで、その低減が可能と考えられる。本研究では、ヘテロ接合構造による U_{SRH}^{dep} 抑制効果を明らかにするため、空乏領域の形成箇所と U_{SRH}^{dep} の相関を調べた。空乏領域の形成箇所は広ギャップエミッタ層の不純物濃度によって変化させ、 U_{SRH}^{dep} は狭ギャップベース層のエレクトロルミネッセンス (EL) 強度から算出[1]した。

有機金属気相成長法を用いて、n-InGaP (~1.9eV)/p-GaAs(~1.4eV)を作製し、光電流-電圧特性および EL 特性を取得した。InGaP エミッタ層の不純物濃度のみを変化させ、それ以外は同一の成長条件とした。各サンプルの不純物濃度は2次イオン質量分析法より得た。

開放電圧 (Voc) は InGaP 層が低濃度であるほど高い傾向で、また低濃度 InGaP 層を有するヘテロ接合太陽電池の Voc は、GaAs ホモ接合太陽電池よりも高い値であった。Fig. 1 は、GaAs 層の積分 EL 強度の InGaP 層不純物濃度依存性を示す。なお、InGaP 層の EL 発光は検

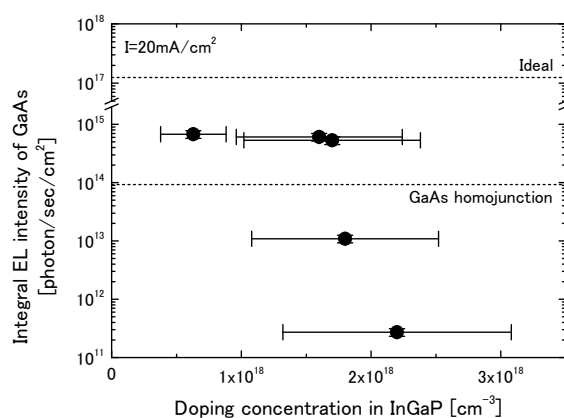


Fig.1 EL intensity of GaAs in InGaP/GaAs heterojunction solar cells as a function of doping concentration in InGaP.

出限界以下であった。Voc 同様、InGaP 層が低濃度であるほど GaAs 層の EL 強度が高い傾向が得られた。更に、同じ印加電圧の EL 強度から U_{SRH}^{dep} を算出した結果、InGaP 層が低濃度であるほど U_{SRH}^{dep} は低下する傾向であった。

シミュレーションにおいても同様の傾向が得られた。シミュレーションからは、空乏領域の位置を制御し、 U_{SRH}^{dep} が最大化する電子密度と正孔密度が等しい点を真性キャリア密度の高い狭ギャップ材料内から除外することで、平均的な SRH 再結合レートが抑制されることが示された。実験で得られた広ギャップエミッタ層の不純物濃度による狭ギャップベース層の EL 強度の変化は、この効果によると考えられる。

[1] T. Nakamura *et al.*, Prog. Photovolt. 28, 123109 (2020).